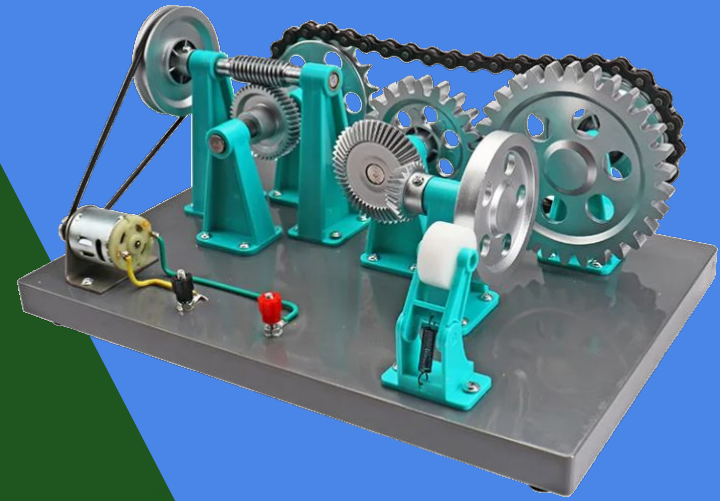


Document de synthèse

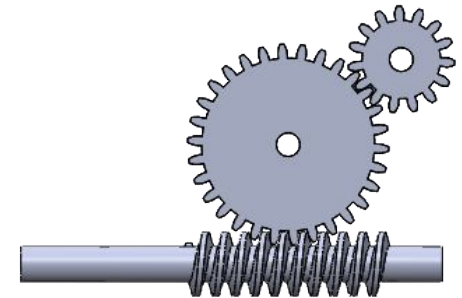
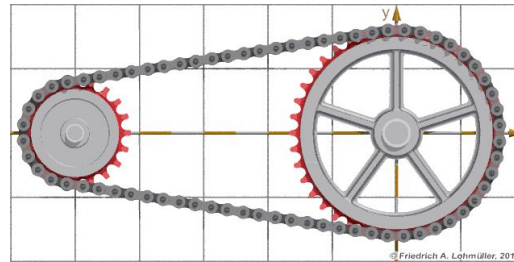
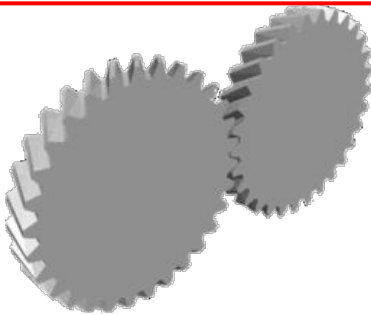
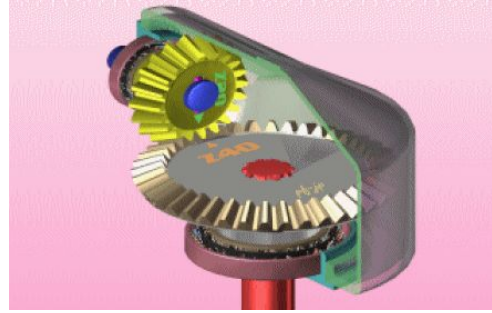


TRANSMISSION DE MOUVEMENTS

RÉFÉRENCE

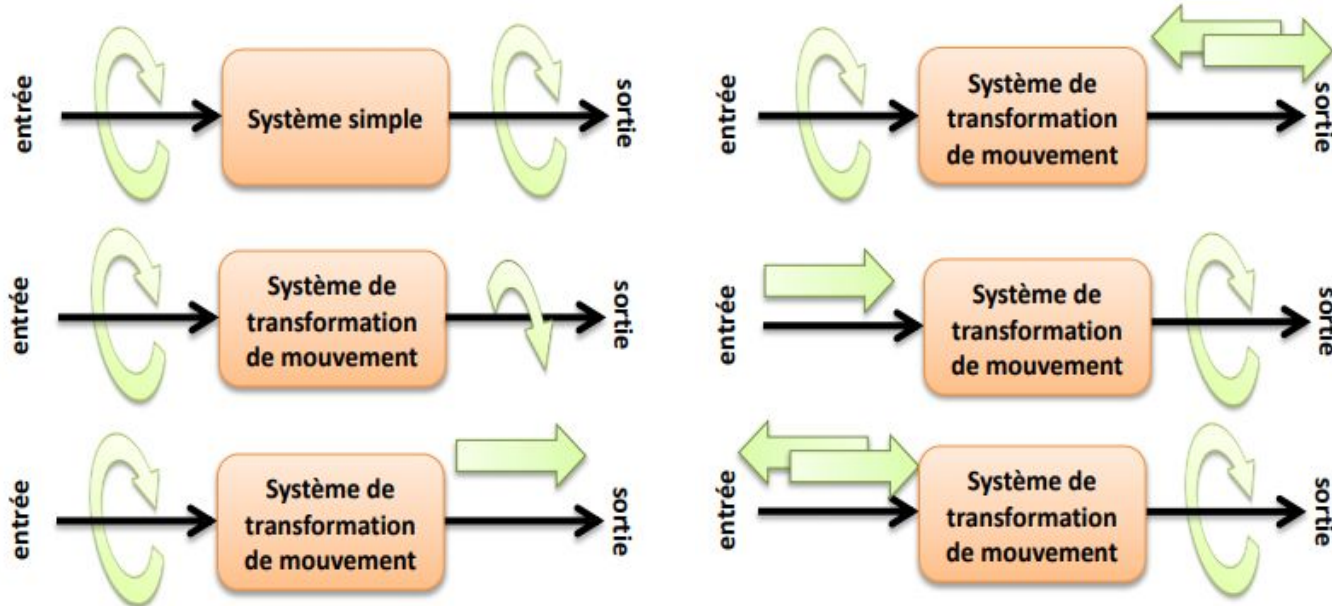


La transmission de mouvement est une fonction mécanique complexe qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre, en modifiant ou pas sa nature. Si le type de mouvement change, soit d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation ou inversement, on parle de transformation du mouvement.

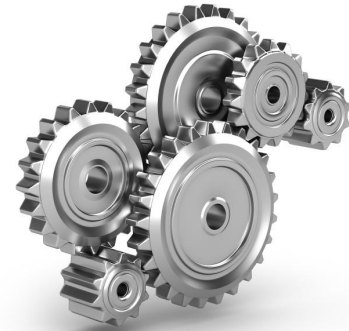
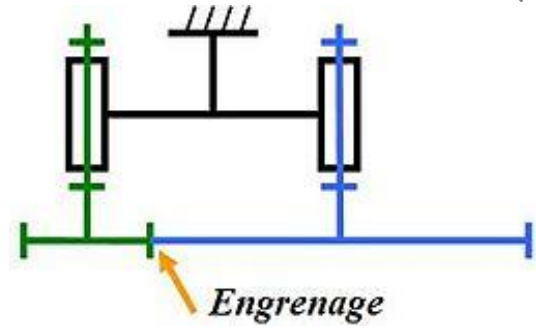
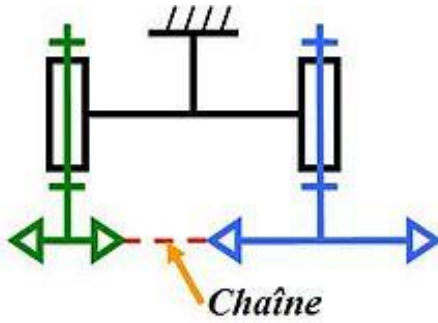
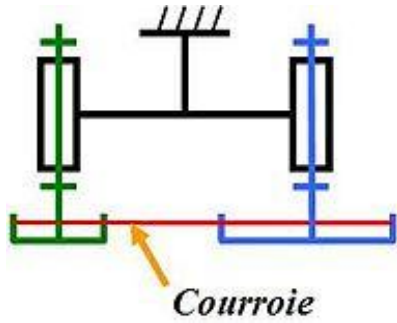
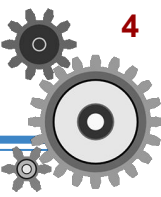


Nous allons parler de solutions permettant de :

- conserver la nature du mouvement entre l'entrée et la sortie;
- modifier la nature du mouvement entre l'entrée et la sortie (transformation de mouvement);

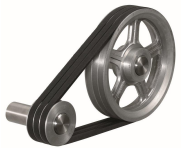
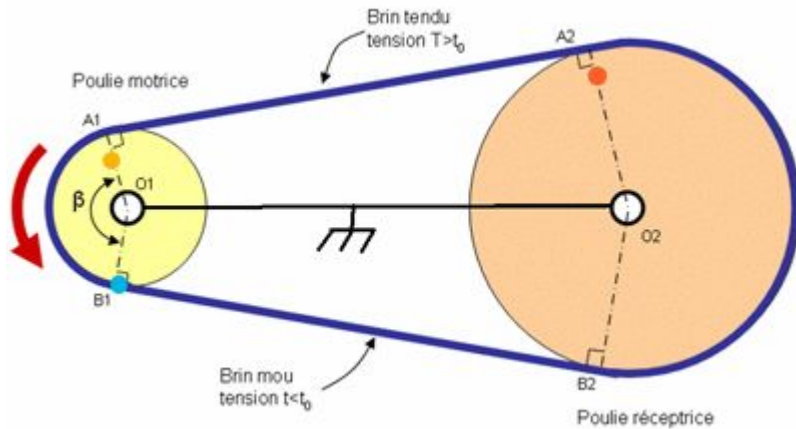


	Rotation continue (N en tr/min)
	Rotation intermittente (N en tr/min)
	Translation continue (V en m/s)
	Translation alternée (V en m/s)



OBJECTIF :

Un système de poulies courroies permet de transmettre un mouvement de Rotation entre deux arbres distants ce mode de transmission est beaucoup utilisé dans l'automobile.



Nom

Lisse

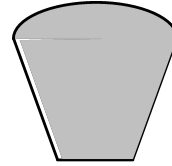
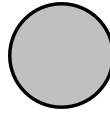
Ronde

Trapézoïdale

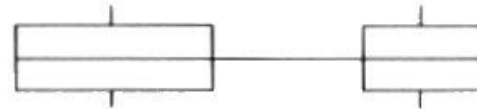
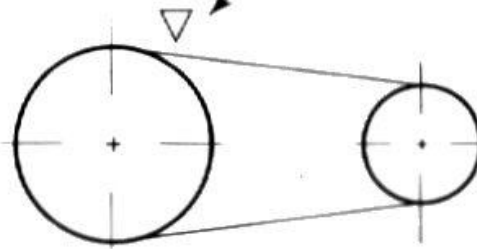
Dentée

Crantée

Forme



type de la courroie (facultatif)



NF EN 3952-4

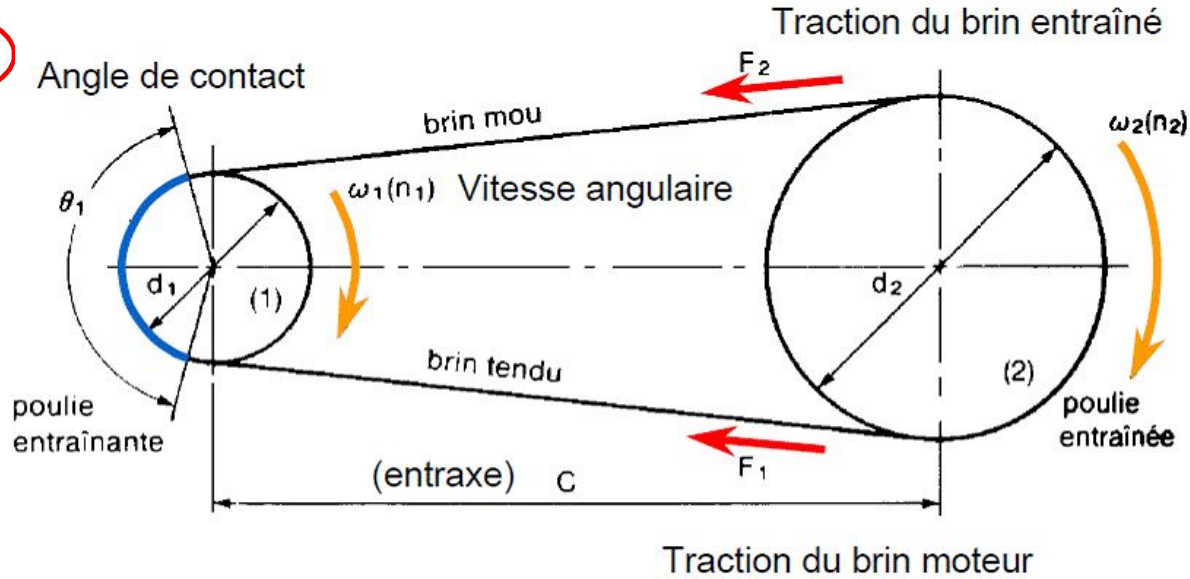
plate	—
ronde	○
trapézoïdale	▽
crantée	⌞



TRANSMISSION PAR COURROIE ET POULIES

$\omega = \frac{\pi N}{30}$

rad/s $\frac{tr}{min}$

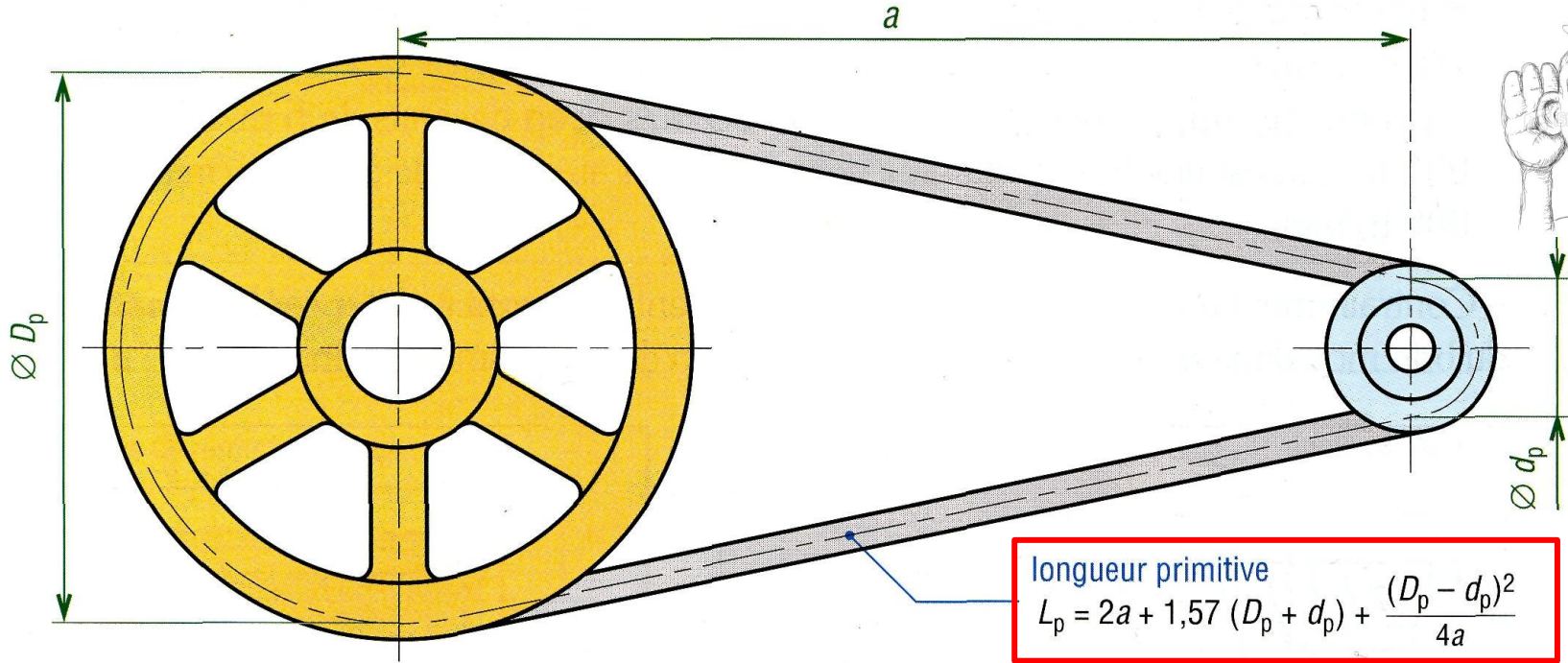


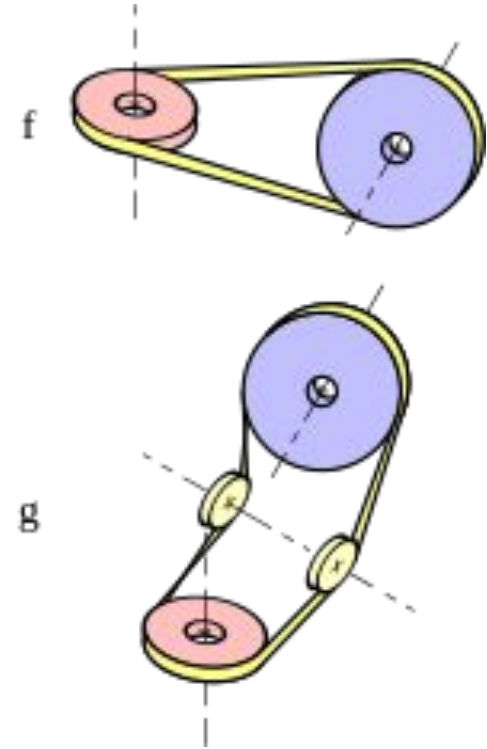
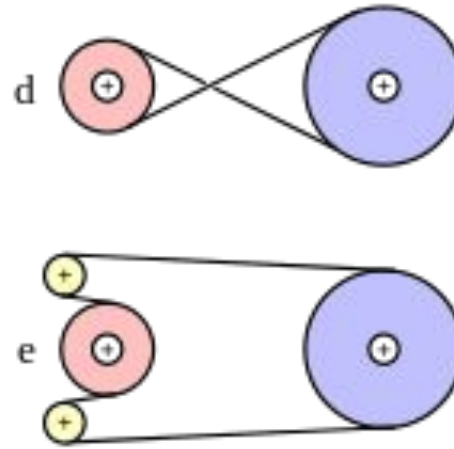
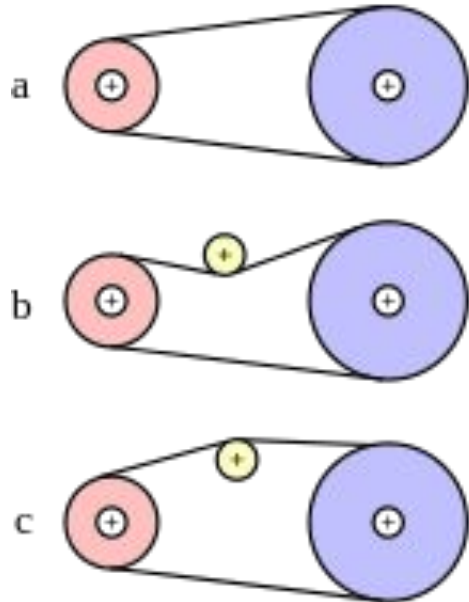
S'il n'y avait pas de glissement :

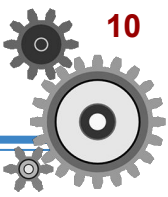


$$\begin{cases} v_1 = v_2 = v \\ \pi d_1 n_1 = \pi d_2 n_2 \end{cases} \Rightarrow R_v = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$









AVANTAGES :



- Permet d'avoir plusieurs arbres récepteurs
- **Vitesse élevée** possible (pour les courroies crantées)
- **Précision** (en fonction du type de courroie)
- **Puissance importante** (pour les courroies crantées)
- **Montage économique** et maintenance aisée
- **Amortir** les chocs et **les vibrations** (augmente la durée de vie des organes du moteur)
- **Fonctionnement silencieux**
- **Prix faible**

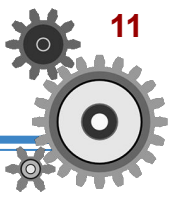


INCONVÉNIENTS :



- Sur les courroies lisses, le **glissement** est estimé être entre **1 et 3%**.
- Les courroies ont une **durée de vie plus limitée** que la plupart des organes mécaniques
- **surveillance constante de l'usure**
- prévoir un plan d'entretien périodique pour palier au vieillissement de la courroie.





OBJECTIF :

Le système pignon chaîne permet de transmettre un mouvement de rotation sans glissement à une distance pouvant aller jusqu'à plusieurs mètres.

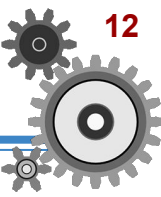
Contrairement aux courroies, une tension initiale n'est pas nécessaire pour obtenir l'adhérence, ce qui diminue l'effort.

Encore une fois, le but recherché est de **réduire les pertes énergétiques** introduites par les frottements au niveau des organes de transmission.

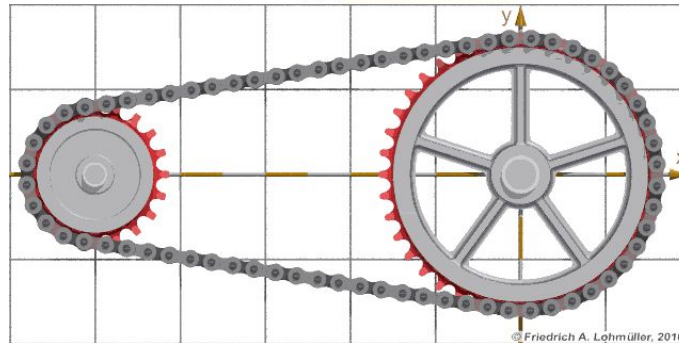
Bien que plus bruyante qu'une transmission par courroie, une transmission par chaîne a un **meilleur rendement** (de l'ordre de 97% comparé à 93% pour une courroie).

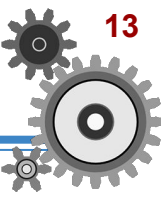
Les chaînes sont utilisées en transmission de puissance mais aussi en manutention et convoyage et dans de nombreuses réalisations. Le système pignons chaînes permet de transmettre un mouvement de rotation **sans glissement** à une distance pouvant aller à plusieurs mètres.





$$r = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{\omega_s}{\omega_e}$$





AVANTAGES :



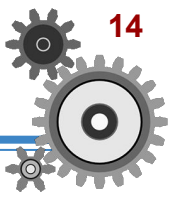
- Présentent des **durées de vie plus élevées**
- Supportent des **forces de tensions plus élevées.**
- Supportent des **conditions de travail plus rudes** (température plus élevées...).
- **Pas de tension initiale pour obtenir l'adhérence**, ce qui diminue l'effort.

INCONVÉNIENTS :

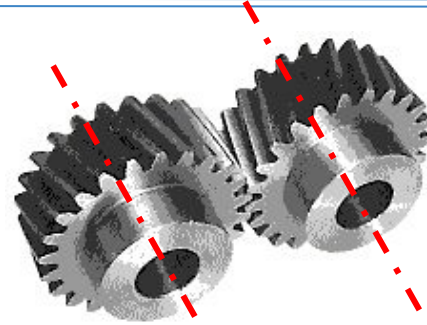


- **Tournent moins vite.**
- **Nécessite une lubrification.**
- **Plus bruyantes**





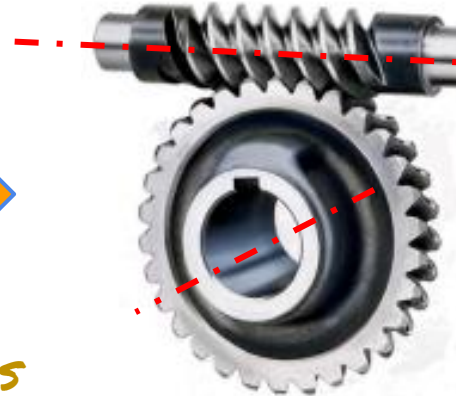
Axes parallèles



Axes concourants
(généralement
perpendiculaires)

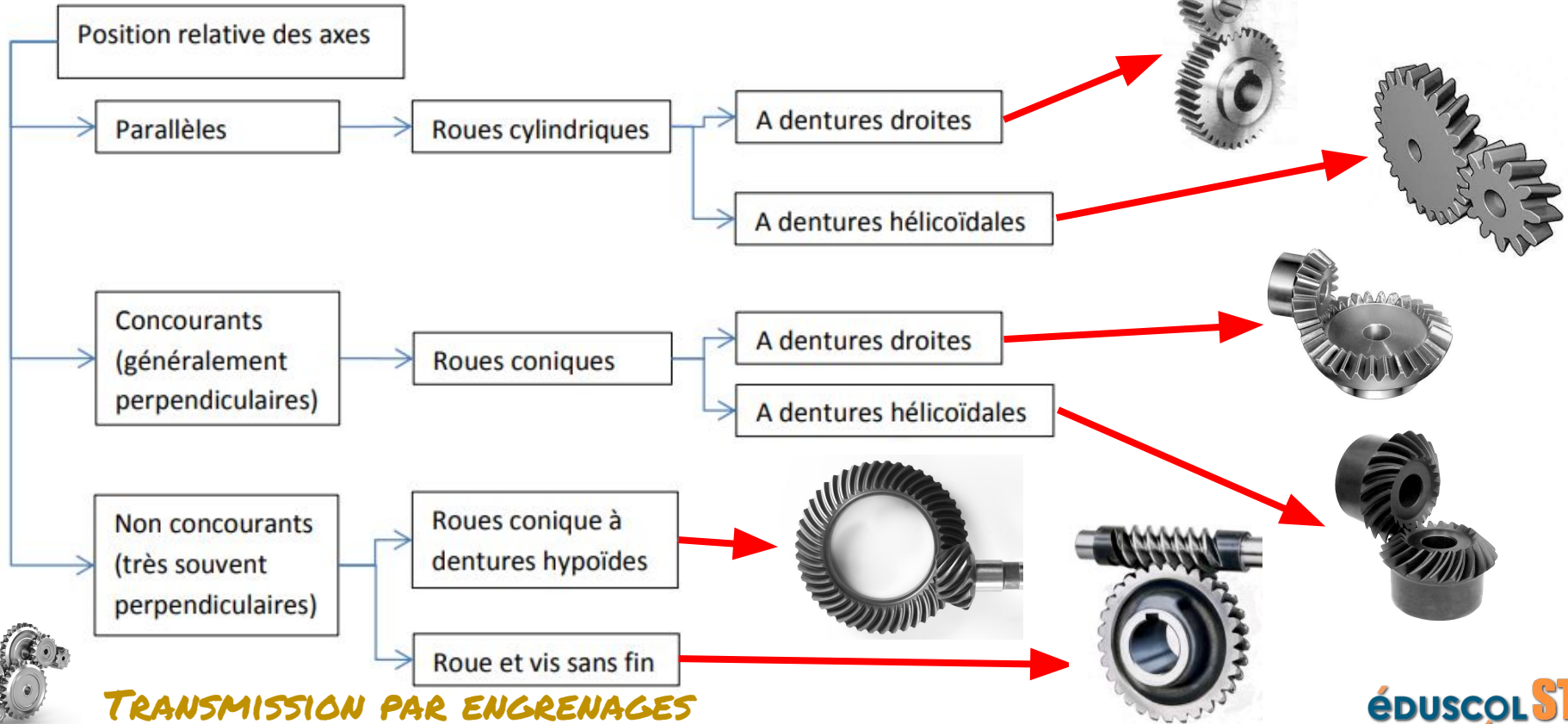
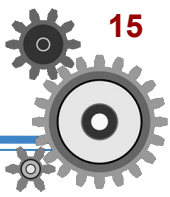


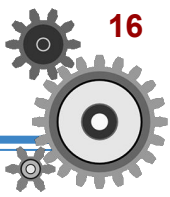
**Axes non
concourants** (très
souvent
perpendiculaires)



TRANSMISSION PAR ENGRENAGES







Engrenage : on appelle engrenage l'ensemble des deux roues dentées engrenant l'une avec l'autre.

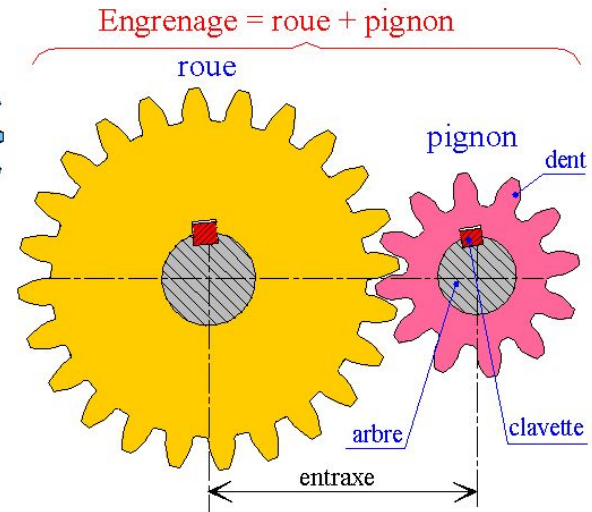
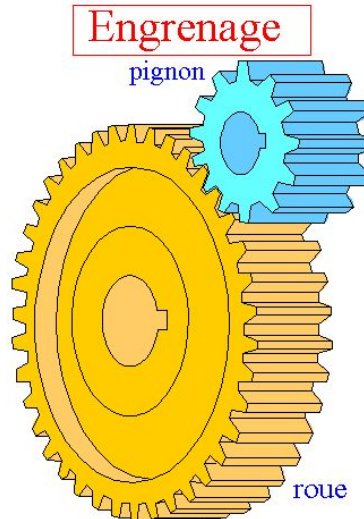
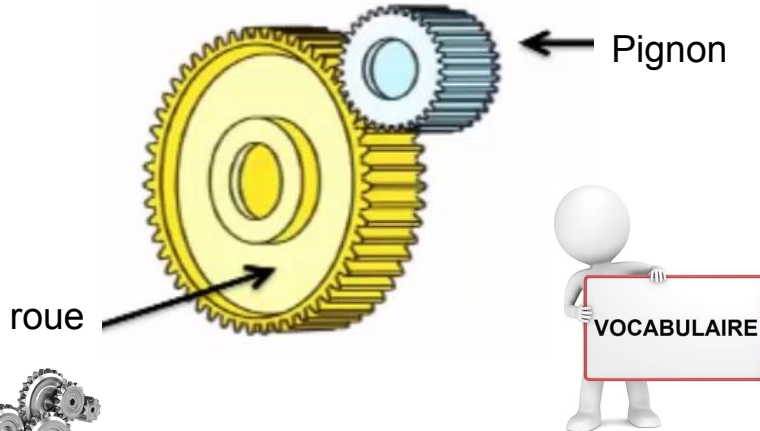
Engrènement : mouvement commun de deux roues dont l'une entraîne l'autre par l'intermédiaire des dents en contact et dont les vitesses angulaires ont un rapport déterminé.

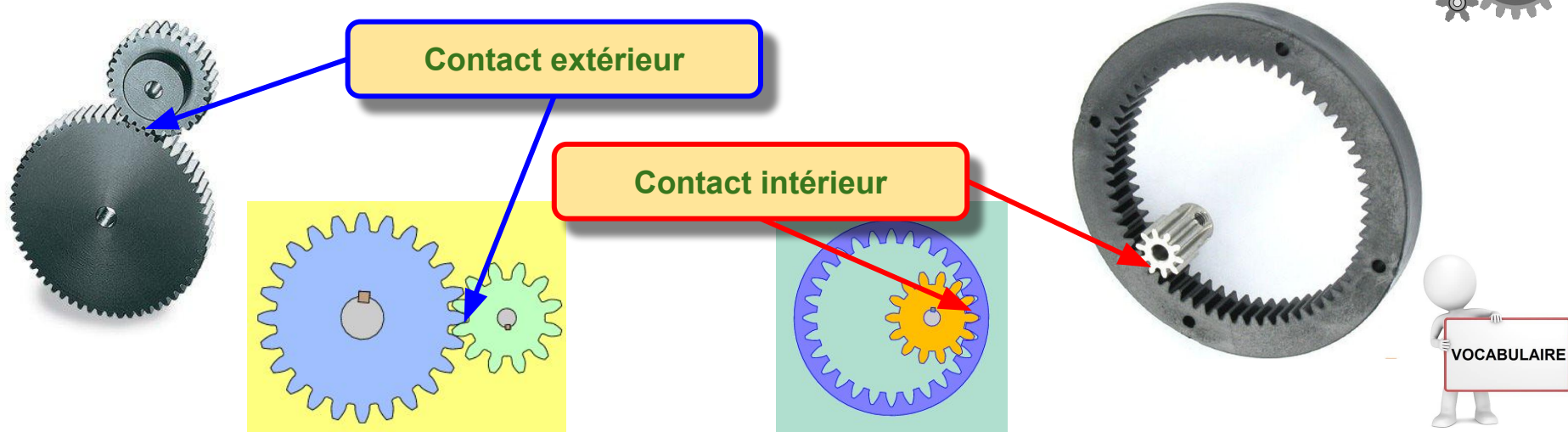
Pignon : des deux roues d'un engrenage, c'est celle qui a le plus petit nombre de dents.

Roue : des deux roues d'un engrenage, c'est celle qui a le plus grand nombre de dents.



ENGRENAGE : ROUE + PIGNON



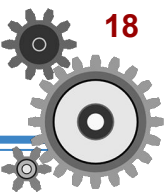


Roue (à denture) extérieure : roue dont la denture à sa surface de tête située à l'extérieur de sa surface de pied. Une crémaillère est considérée comme une roue extérieure.

Roue (à denture) intérieure : roue dont la denture à sa surface de tête située à l'intérieur de sa surface de pied.

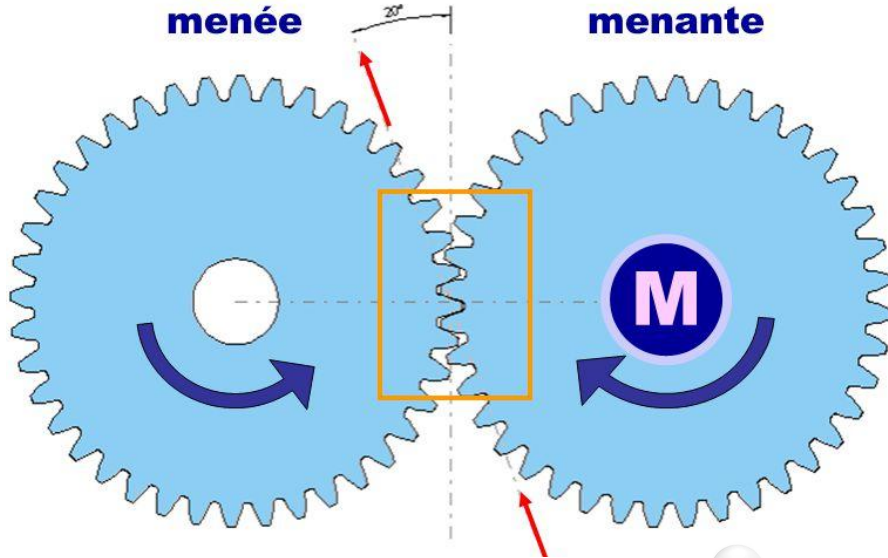
Engrenage extérieur : engrenage dont les deux roues sont à denture extérieure.

Engrenage intérieur : engrenage dont l'une des deux roues est à denture intérieure.



**Roue
menée**

**Roue
menante**

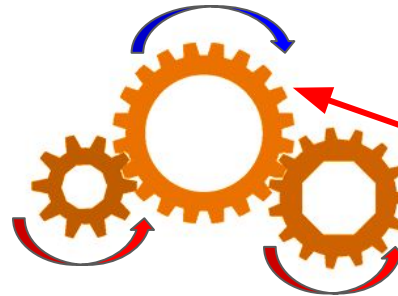


Roue menante : des deux roues d'un engrenage, c'est celle qui entraîne l'autre (la roue motrice).



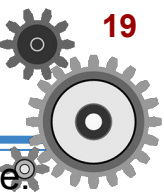
Roue menée : des deux roues d'un engrenage, c'est celle qui est entraînée par l'autre (la roue réceptrice).

Roue intermédiaire : roue commune à deux engrenages et qui est menée dans l'un et menante dans l'autre.



Dans un train d'engrenages, l'engrenage intermédiaire ne peut servir qu'à changer le sens de rotation





Engrenage : on appelle engrenage l'ensemble des deux roues dentées engrenant l'une avec l'autre.

Engrènement : mouvement commun de deux roues dont l'une entraîne l'autre par l'intermédiaire des dents en contact et dont les vitesses angulaires ont un rapport déterminé.

Pignon : des deux roues d'un engrenage, c'est celle qui a le plus petit nombre de dents.

Roue : des deux roues d'un engrenage, c'est celle qui a le plus grand nombre de dents.

Roue menante : des deux roues d'un engrenage, c'est celle qui entraîne l'autre (la roue motrice).

Roue menée : des deux roues d'un engrenage, c'est celle qui est entraînée par l'autre (la roue réceptrice).

Roue intermédiaire : roue commune à deux engrenages et qui est menée dans l'un et menante dans l'autre.

Roue conjuguée : l'une quelconque des deux roues d'un engrenage, considérée par rapport à l'autre.

Roue (à denture) extérieure : roue dont la denture a sa surface de tête située à l'extérieur de sa surface de pied. Une crémaillère est considérée comme une roue extérieure.

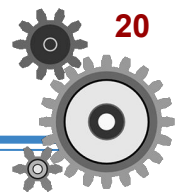
Roue (à denture) intérieure : roue dont la denture a sa surface de tête située à l'intérieur de sa surface de pied.

Engrenage extérieur : engrenage dont les deux roues sont à denture extérieure.

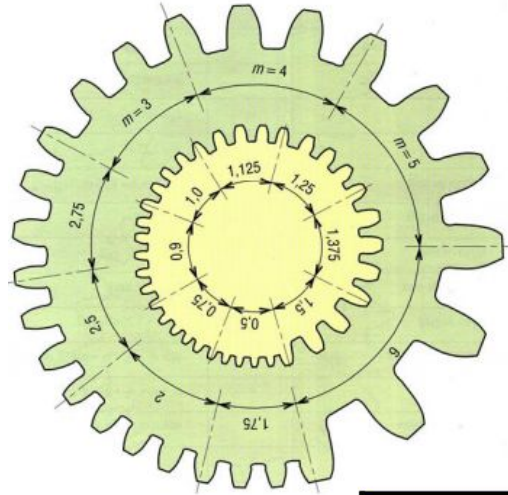
Engrenage intérieur : engrenage dont l'une des deux roues est à denture intérieure.

TRANSMISSION PAR ENGRENAGES





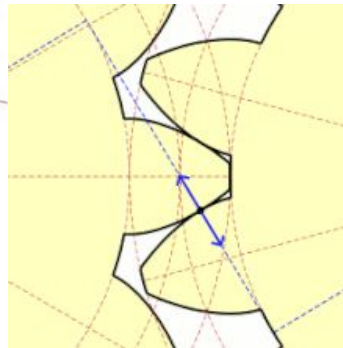
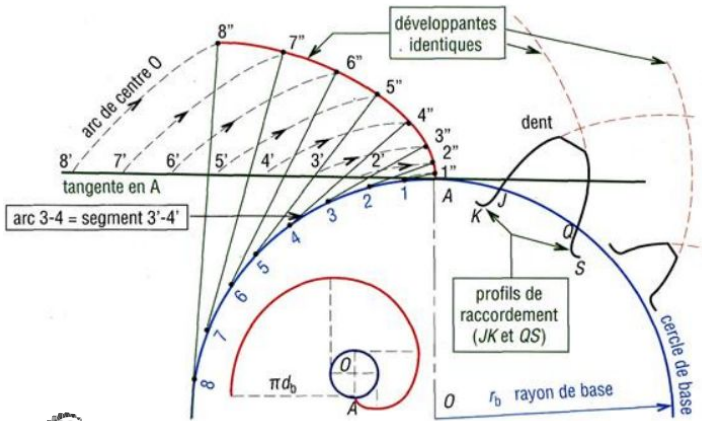
Le profil des dentures de ces différents engrenages est basé sur la **développante de cercle**, forme qui permet de **limiter le frottement** entre les dents.



ATTENTION

Pour pouvoir s'entraîner correctement, **deux engrenages doivent avoir le même module** (la même taille de denture).

Deux engrenages de module différent ne sont pas compatibles.

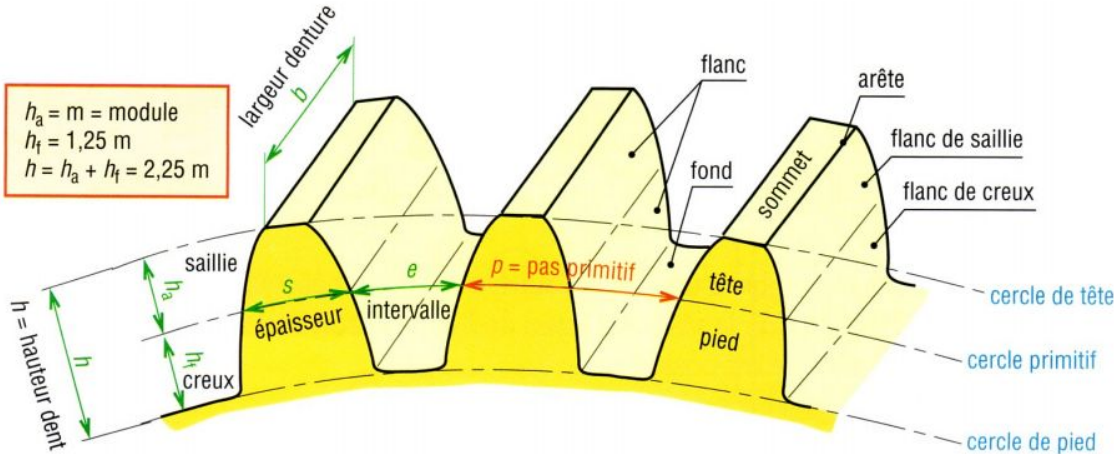


Valeurs normalisées du module m

valeurs principales en mm					valeurs secondaires en mm				
0,06	0,25	1,25	5	20	0,07	0,28	1,125	5,5	22
0,08	0,30	1,5	6	25	0,09	0,35	1,375	7	28
0,10	0,40	2	8	32	0,11	0,45	1,75	9	36
0,12	0,50	2,5	10	40	0,14	0,55	2,75	11	45
0,15	0,75	3	12	50	0,18	0,7	3,5	14	55
0,20	1,0	4	16	60	0,22	0,9	4,5	18	70



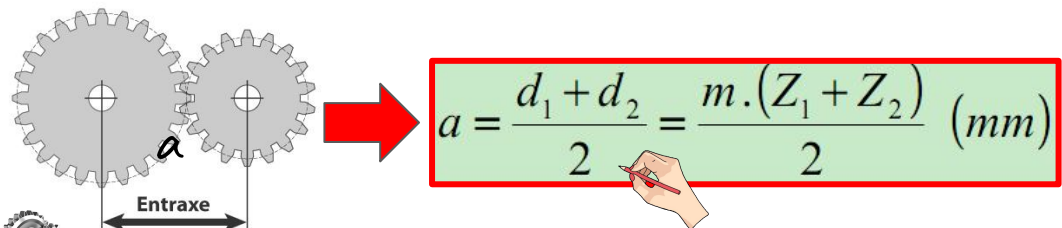
ROUES CYLINDRIQUES À DENTURES DROITES

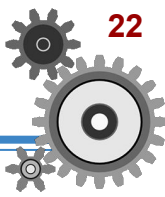


$h_a = m = \text{module}$
 $h_f = 1,25\text{ m}$
 $h = h_a + h_f = 2,25\text{ m}$

Désignation	Symbole	Proportion
Nombre de dents	Z	13 mini
Module	m	RDM
Diamètre primitif	d ou d_p	d = m.Z
Diamètre de tête	d_a	d_a = d + 2.m
Diamètre de pied	d_f	d_f = d-2.5m
Pas primitif	p	p = π.m
Largeur de denture	b	b = k⁽¹⁾.m
Hauteur de denture	h	h = 2.25m
Hauteur de saillie	h_a	h_a = m
Hauteur de creux	h_f	h_f = 1.25m

k : coefficient de largeur de denture





RAPPORT DE TRANSMISSION ENTRE DEUX ROUES DENTÉES 1 ET 2

$$r = \frac{N_2}{N_1} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

$\frac{tr}{min}$

$\frac{rad}{sec}$

mm

Vitesses de rotation :
Il s'agit souvent du rapport

$$\frac{N_{sortie}}{N_{entrée}} = \frac{N_{récepteur}}{N_{moteur}}$$

Si $r < 1$: réducteur,
Si $r > 1$: multiplicateur.

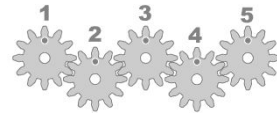
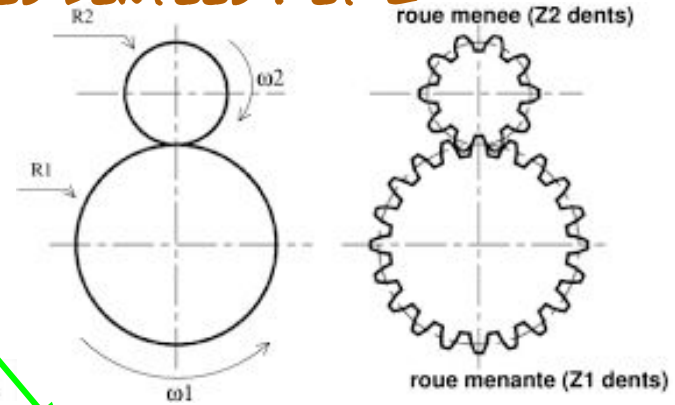
Rapport des diamètres primitifs. Vrai uniquement dans les cas où il y a roulement sans glissement, donc pour des roues à axes parallèles.

$N.m$

Rapport $\frac{\text{couple moteur}}{\text{couple récepteur}}$

Deviens $\frac{\eta \times C_1}{C_2}$ lorsque l'on tient compte **du rendement, donc des pertes par frottement.**

Rapport des nombres de dents :
toujours vrai !
Pour une vis sans fin : le nombre de filet.

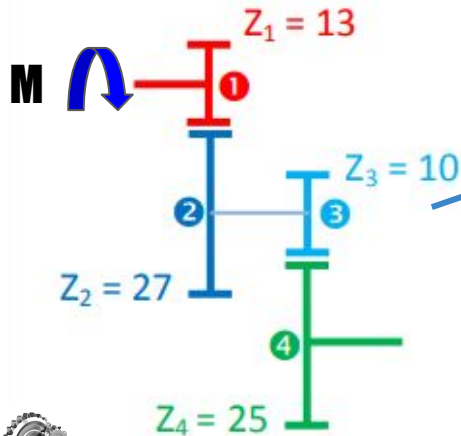


Plus généralement :

$$r = (-1)^n \times \frac{\text{Produit du nombre de dents des roues menantes}}{\text{Produit du nombre de dents des roues menées}}$$

r : raison ou rapport de réduction
 n : nombre de contacts extérieurs
 entre les engrenages

Produit = multiplication



2 et 3 sont des engrenages jumelés. Ils sont montés sur le même arbre.

Exemple :



$$r_{2/1} = \frac{13}{27} = 0,48 \quad ; \quad r_{4/3} = \frac{10}{25} = 0,4$$

$$r_{\text{global}} = r_{2/1} \times r_{4/3} = 0,48 \times 0,4 = 0,192$$

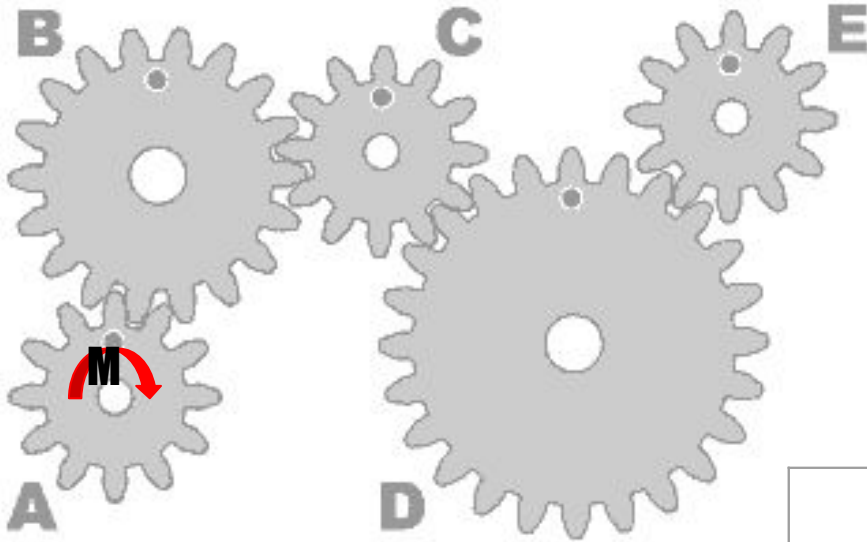
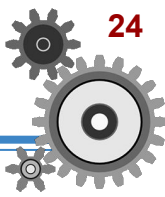
Exemple :

$$r_{\text{global}} = \frac{13 \cdot 10}{27 \cdot 25} = \frac{130}{675} = 0,192$$

Si

$r < 1$: Le train d'engrenages est un réducteur.

$r > 1$: Le train d'engrenages est un multiplicateur.



Le pignon A étant la roue menante.

ZA = 12 dents

ZB = 18 dents

ZC = 12 dents

ZA = 24 dents

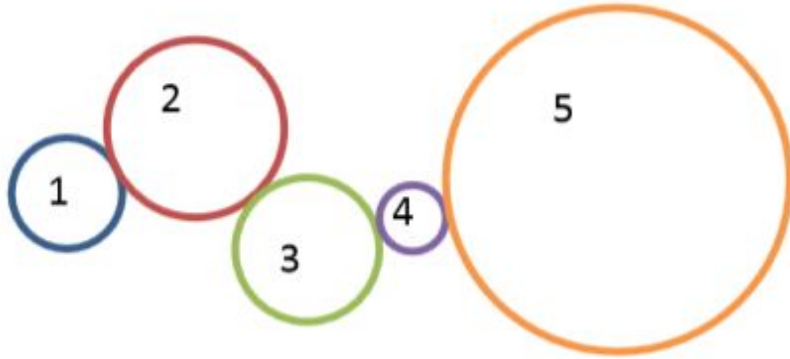
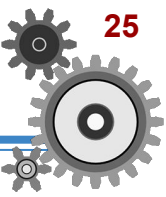
ZE = 12 dents

$$r = (-1)^n \times \frac{\text{Produit du nombre de dents des roues menantes}}{\text{Produit du nombre de dents des roues menées}}$$

$$r = (-1)^4 \frac{12 \times 18 \times 12 \times 24}{18 \times 12 \times 24 \times 12} = 1$$

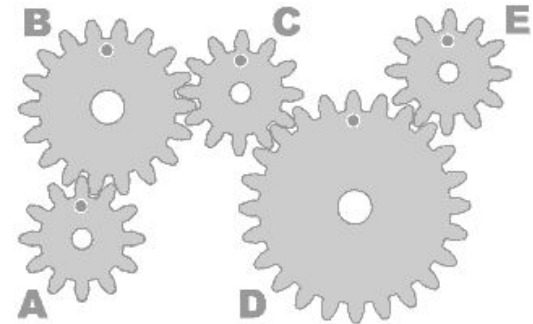
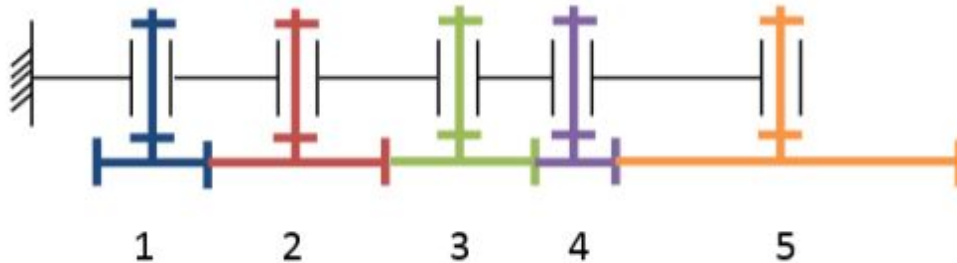
	A - B	B - C	C - D	D - E	Global
Z _{menante}	12	18	12	24	
Z _{menée}	18	12	24	12	
rapport	0.666	1.5	0.5	2	1

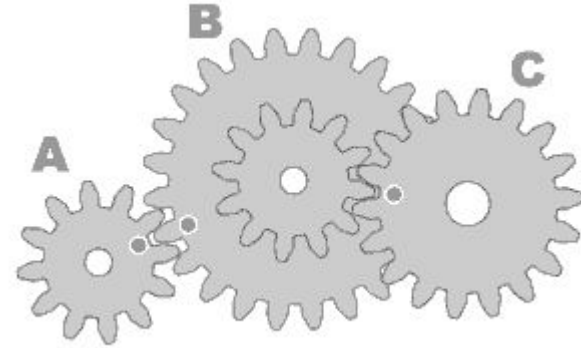
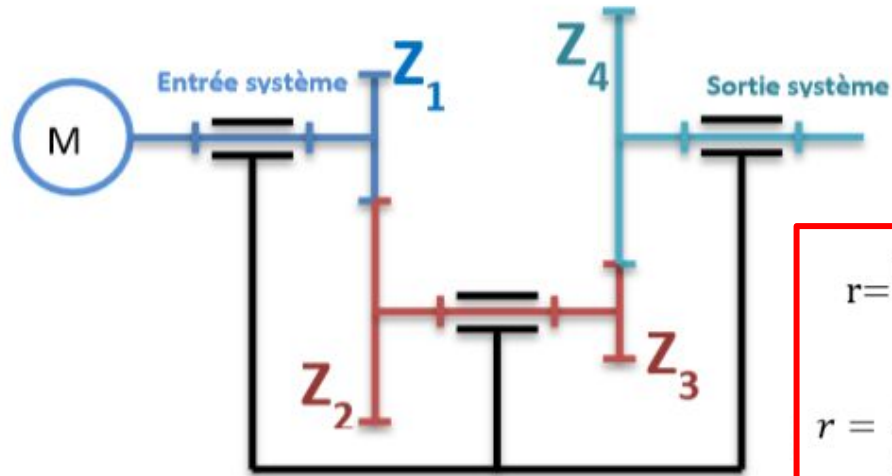
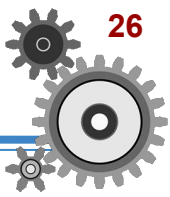




$$r = \frac{N_5}{N_1} = \frac{Z_1}{Z_5}$$

Les pignons intermédiaires, appelés aussi pignon fous car ils tournent sur eux-mêmes, n'influencent pas le calcul. Ils permettent d'inverser le sens de rotation ainsi que d'élargir l'entraxe.



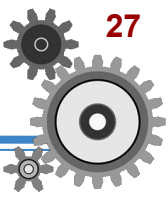


$r = \frac{\text{produit des nombres de dents des roues menantes}}{\text{produit des nombres de dents des roues menées}}$

$$r = \frac{N_{\text{sortie}}}{N_{\text{entrée}}} = \frac{\omega_s}{\omega_e}$$

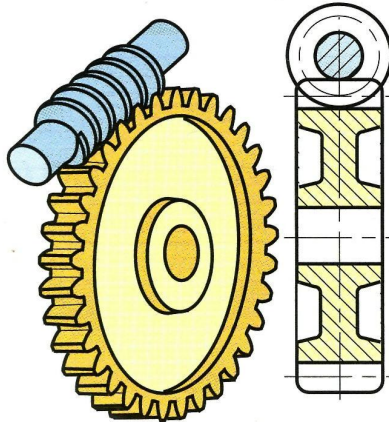
$$r = \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4}$$



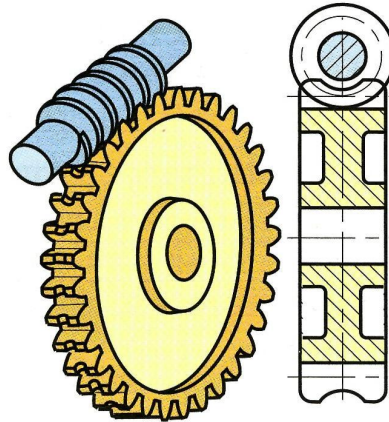


La plupart du temps la vis entraîne la roue. C'est un système que l'on dit **irréversible** (angle d'hélice de roue $< 10^\circ$) car la sortie ne peut pas entraîner l'entrée si l'on souhaitait inverser le mécanisme. Cela vient du frottement, très important entre les filets de la vis et les dents de la roue, ainsi que de l'angle des dents.

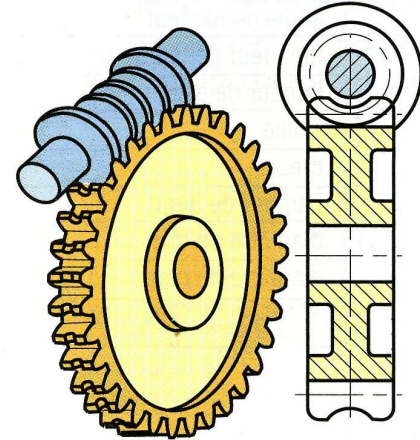
Vis sans fin
avec roue cylindrique

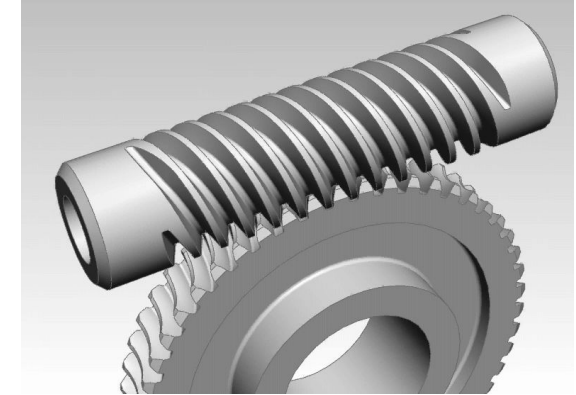
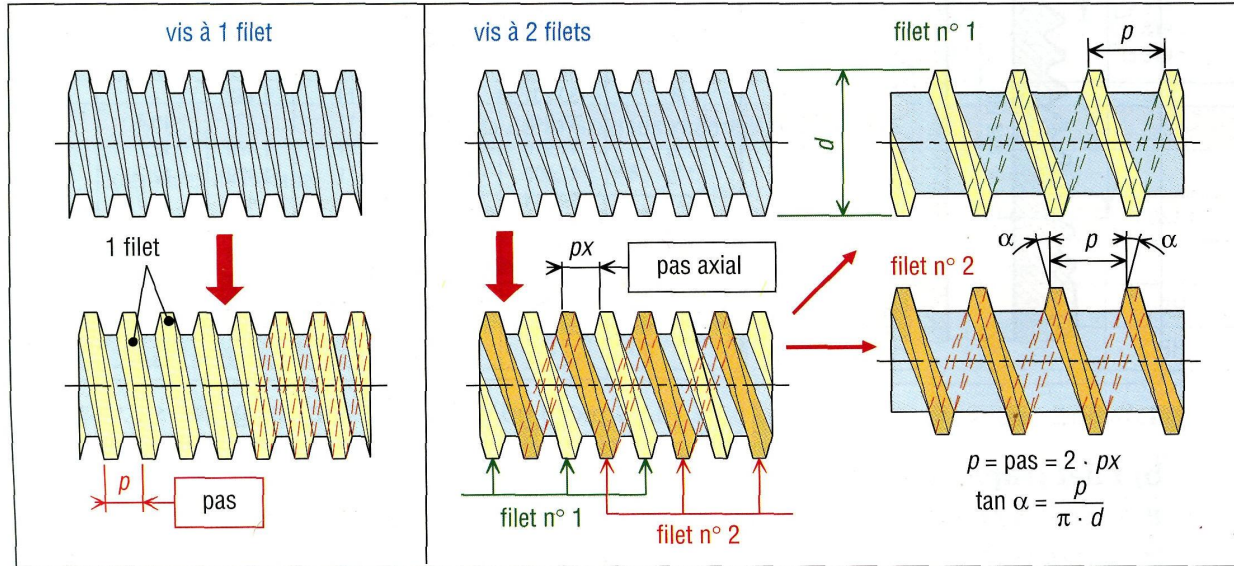


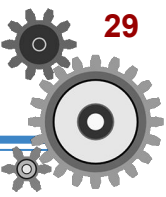
Vis sans fin tangente
avec roue creuse



Vis globique
avec roue creuse

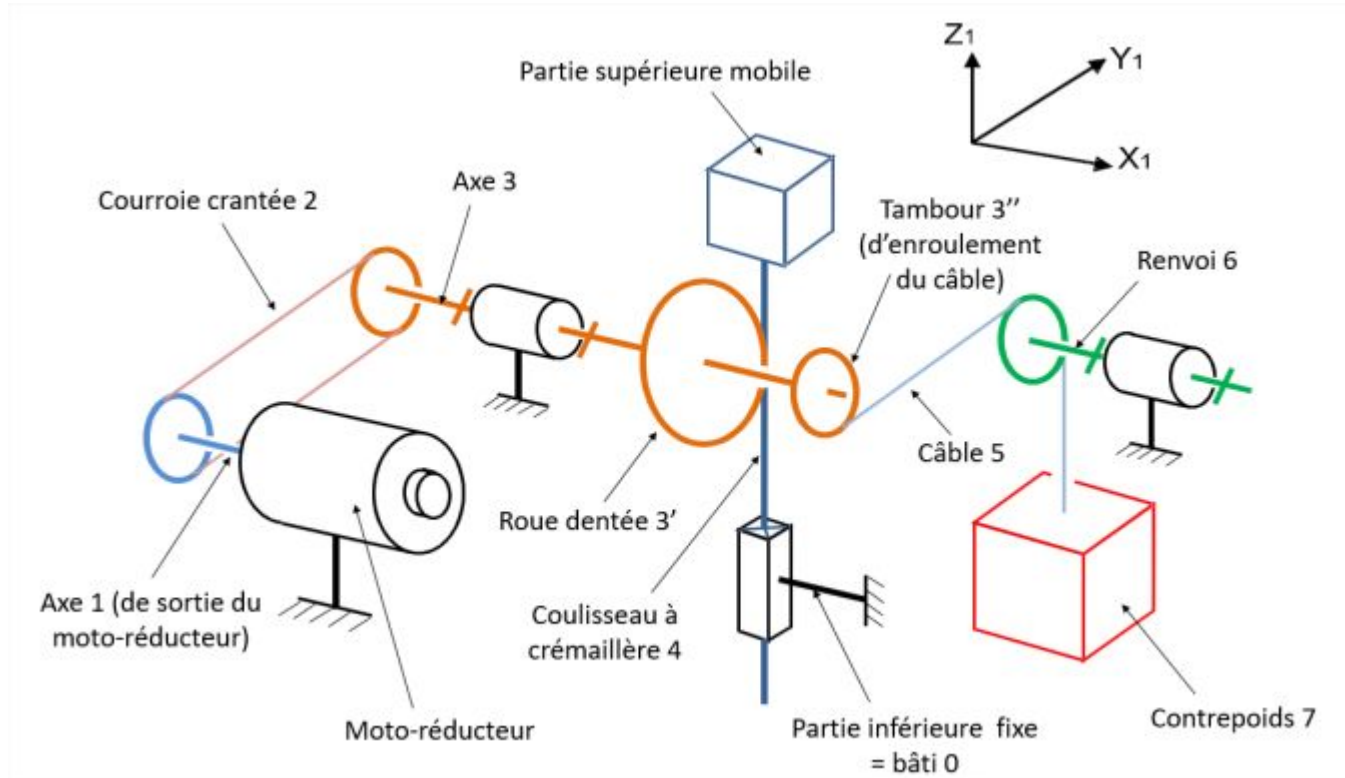
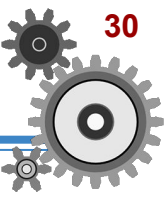




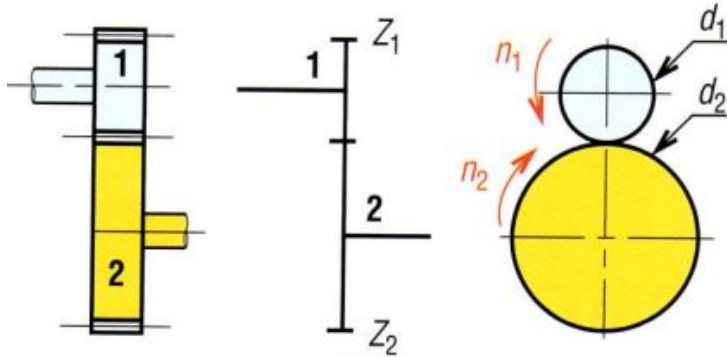


Schémas cinématiques (normalisation)			
 hélicoïdale	 chevron		
roue extérieure	roue intérieure	roue conique	roue et crémaillère
denture extérieure	denture intérieure	 spirale	 à vis globique
engrenages droits		engrenages coniques	roue creuse vis tangente
			roue et vis sans fin

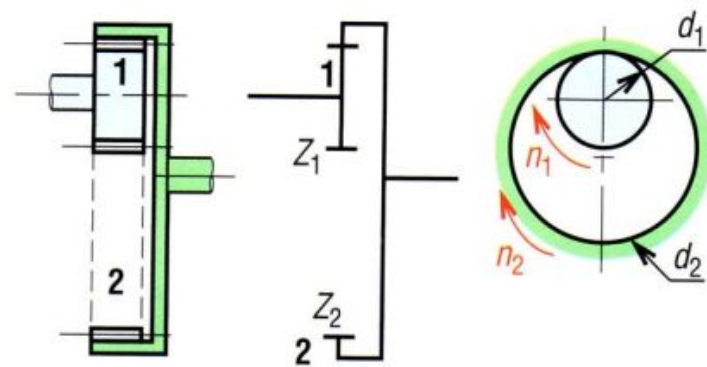




un train extérieur



un train intérieur

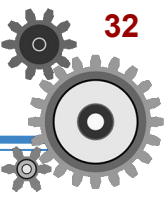


Données : $n_1 = 1500 \text{ tr/mn}$, $Z_1 = 15 \text{ dents}$, $Z_2 = 30 \text{ dents}$

Déterminer, dans les 2 cas,

- le rapport de transmission $R_{2/1}$
- la fréquence de rotation de l'arbre de sortie n_2



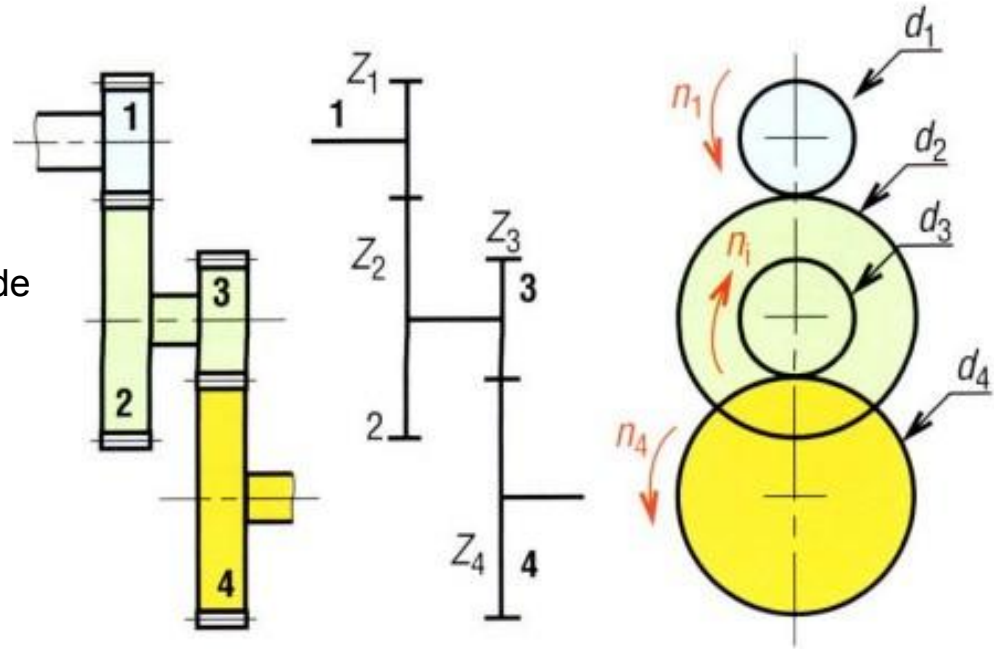


On ajoute en série un couple de dents extérieures

Données :

- ❖ $n_1 = 1500 \text{ tr/mn}$,
 - ❖ $Z_1 = 15 \text{ dents}$,
 - ❖ $Z_2 = 30 \text{ dents}$,
 - ❖ $Z_3 = 17 \text{ dents}$,
 - ❖ $Z_4 = 51 \text{ dents}$
- Déterminer le rapport de transmission $R_{4/1}$ ainsi que la fréquence de rotation de l'arbre de sortie n_4

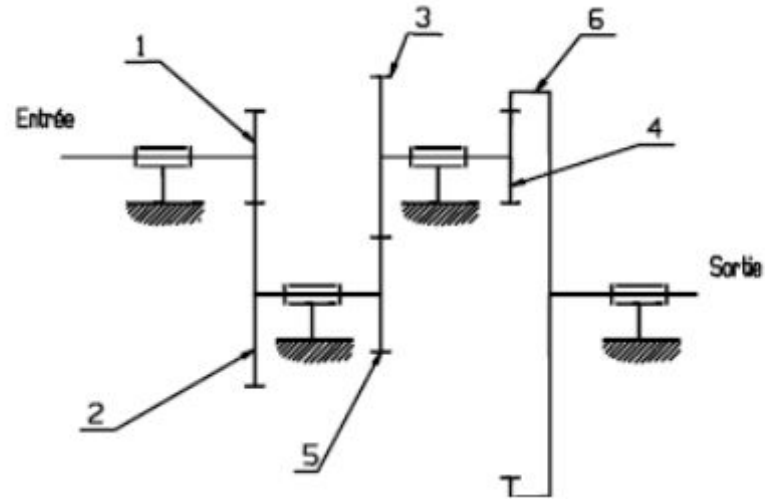
deux trains extérieurs



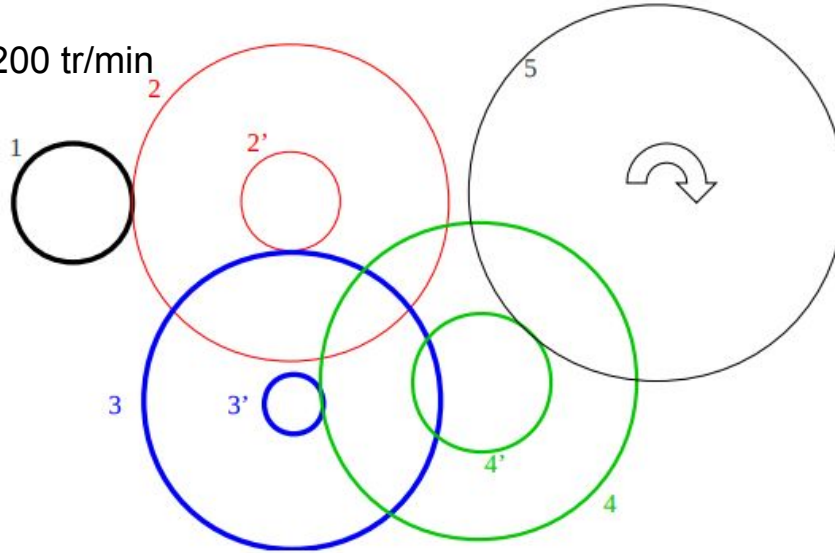
Données :

- ❖ $n_1 = 1000 \text{ tr/mn}$,
- ❖ $Z_1 = 32 \text{ dents}$,
- ❖ $Z_2 = 65 \text{ dents}$,
- ❖ $Z_3 = 80 \text{ dents}$,
- ❖ $Z_4 = 18 \text{ dents}$
- ❖ $Z_5 = 25 \text{ dents}$
- ❖ $Z_6 = 85 \text{ dents}$

- Déterminer le rapport de transmission $R_{6/1}$ ainsi que la fréquence de rotation de l'arbre de sortie n_6



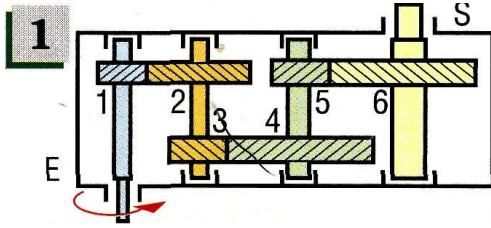
$n_1 = 1200 \text{ tr/min}$



d_i (mm)	m_i (mm)	Z_i
	1,5	$Z_1 = 20 \text{ dents}$
79,5		$Z_2 =$
34	2	$Z_2' =$
		$Z_3 = 60 \text{ dents}$
30		$Z_3' = 20 \text{ dents}$
100,5		$Z_4 =$
	2	$Z_4' = 22 \text{ dents}$
110		$Z_5 =$

- Compléter le tableau
- Déterminer le rapport de transmission $R_{5/1}$ ainsi que la fréquence de rotation de l'arbre de sortie n_5

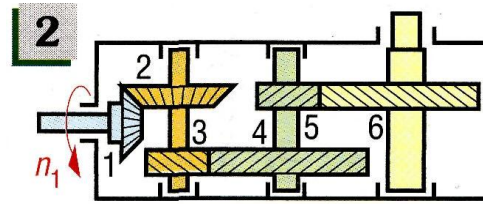




Le réducteur représenté schématiquement se compose de trois trains d'engrenages à roues hélicoïdales

$Z_1 = 32$,
 $Z_2 = 64$,
 $Z_3 = 25$,
 $Z_4 = 80$,
 $Z_5 = 18$,
 $Z_6 = 50$ dents.

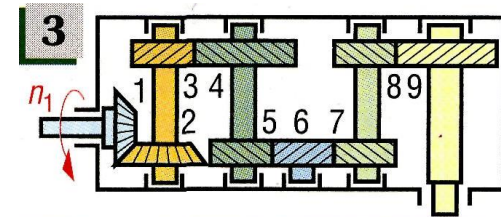
Si $n_1 = 1\,500$ tr/min, déterminer la vitesse de sortie n_6 et le sens de rotation.



Le réducteur spiroconique à trois trains proposés a les caractéristiques suivantes :

$Z_1 = 26$,
 $Z_2 = 52$,
 $Z_3 = 26$,
 $Z_4 = 82$,
 $Z_5 = 18$,
 $Z_6 = 48$ dents.

Si $n_1 = 1\,500$ tr/min, déterminer la vitesse de sortie n_6 et le sens de rotation.



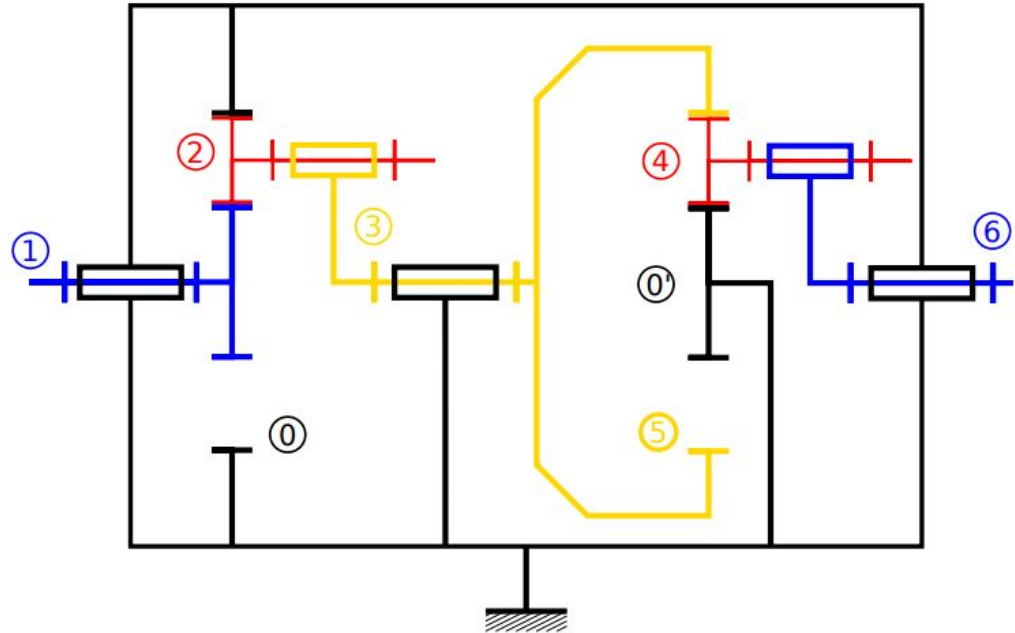
Le réducteur spiroconique proposé a les caractéristiques suivantes :

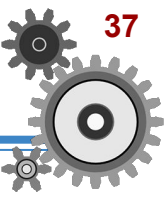
$Z_1 = 32$,
 $Z_2 = 40$,
 $Z_3 = 18$,
 $Z_4 = 72$,
 $Z_5 = 22$,
 $Z_6 = 24$,
 $Z_7 = 30$,
 $Z_8 = 17$,
 $Z_9 = 34$ dents.

Si $n_1 = 1\,500$ tr/min, déterminer la vitesse de sortie n_9 et le sens de rotation.



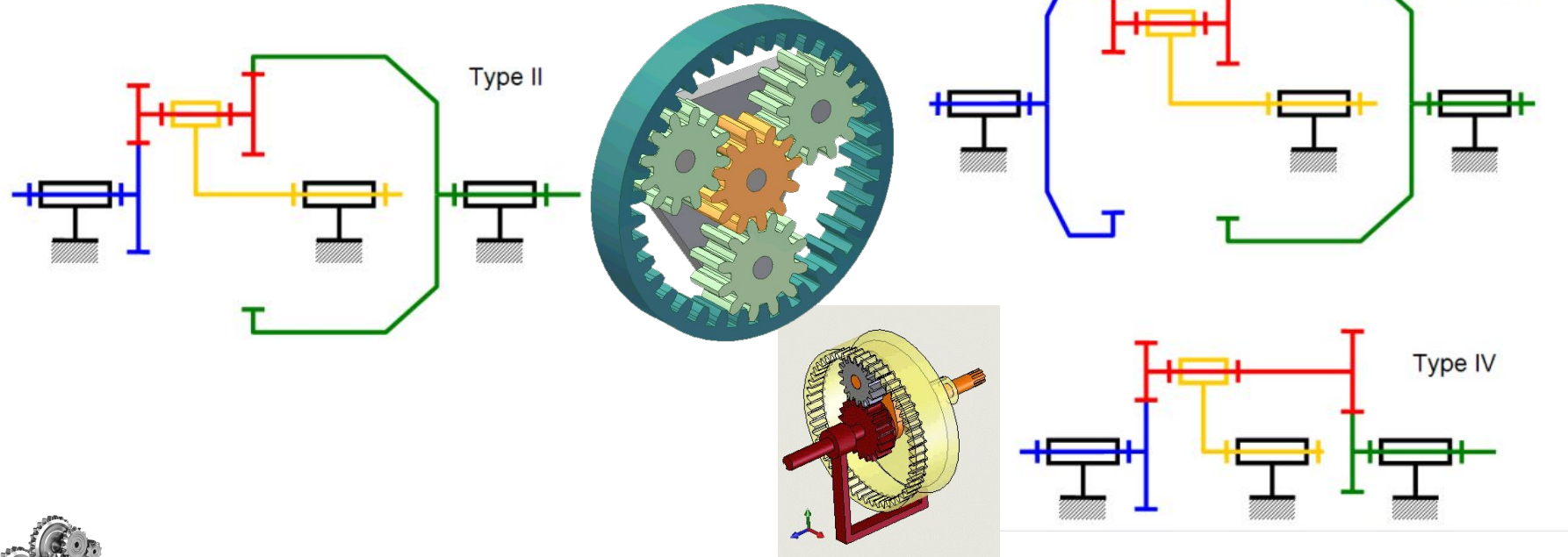
On pose : $Z_0 = 76$, $Z_1 = 18$, $Z_5 = 85$, $Z_{0'} = 20$. Déterminer le rapport de transmission : $r = \frac{\omega_6}{\omega_1}$ (vitesses de rotations sont notée par rapport au bâti 0).

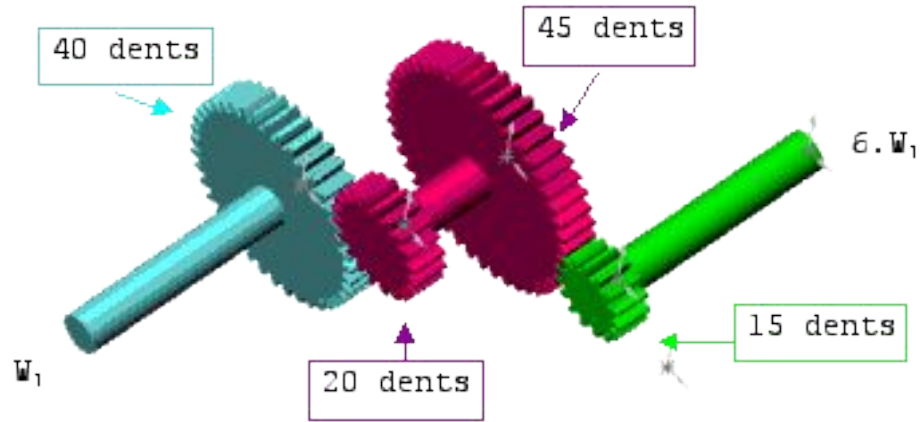




LES DIFFÉRENTS TYPES DE TRAINS ÉPICYCLOÏDAUX

L'exemple vu précédemment représente le principal type de train (dit de Type I). Il existe toutefois d'autres type de trains épicycloïdaux, représenté ci-dessous.







Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

ministère
éducation
nationale



édUSCOL

Sciences et Techniques Industrielles

Portail national de ressources

<https://sti.eduscol.education.fr/>